



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

工工W-003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-058785

出 願 人

Applicant(s):

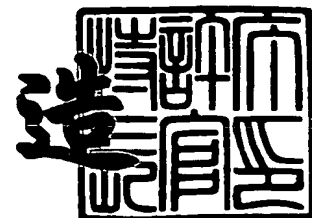
本田技研工業株式会社

RECEIVED
JAN 08 2002
TC 1700

2001年 5月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3044339



【書類名】 特許願

【整理番号】 H100088802

【提出日】 平成13年 3月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 8/10

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 小林 知樹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 金沢 卓磨

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 島貫 寛士

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 縫谷 芳雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-160098

【出願日】 平成12年 5月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
 【発明の名称】 燃料電池暖気装置
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池に供給ガスを供給するとともに、前記供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出ガスとして排出するにあたり、前記燃料電池の暖機状態に応じて前記排出ガスを供給ガスに戻す排出ガス戻し手段を備えたことを特徴とする燃料電池暖機装置。

【請求項 2】 前記排出ガス戻し手段は、前記排出ガスの温度に応じて制御されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 3】 前記燃料電池からの排出ガスを圧送するコンプレッサを備え、前記コンプレッサによって前記排出ガスを前記供給ガスに戻すことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 4】 前記燃料電池からの排出ガスの圧力を制御する圧力制御手段を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 5】 前記供給ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 6】 前記供給ガスの温度とこの供給ガスの目標温度を比較して前記圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 7】 前記供給ガスは前記燃料電池の酸素極に供給する空気であって、前記燃料電池の酸素極に供給する空気中の酸素量に応じて前記排出ガス戻し手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 8】 前記供給ガスの酸素量が前記燃料電池の発電によって減少した場合は、前記排出ガス戻し手段によって排出ガスの戻す量を減少させることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 9】 燃料電池に供給ガスを供給するとともに、前記供給ガスを前記燃料電池を排出ガスとして排出するコンプレッサを備え、

前記コンプレッサの断熱圧縮による熱で前記ガスを加熱し、前記加熱されたガスを前記燃料電池に供給して前記燃料電池を暖機し、前記燃料電池から排出され

るガスを前記コンプレッサの吸引側に戻して循環サイクルを形成したことを特徴とする燃料電池暖機装置。

【請求項 1 0】 前記コンプレッサによって加熱される前のガスと、前記コンプレッサによって加熱された後のガスとの間で熱交換を行う熱交換器を前記循環サイクルに備え、前記熱交換器によって加熱されたガスを前記燃料電池に供給することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 1 1】 前記燃料電池の暖機が完了したか否かを判定し、前記燃料電池の暖機が完了したと判断した後に、前記燃料電池の発電を開始することを特徴とする請求項 9 または請求項 1 0 のうちのいずれか 1 項に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項 1 2】 前記燃料電池の暖機の完了の判断を、前記燃料電池から排出される排出ガスの温度に基づいて行うことを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料電池暖機装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気中の酸素を利用して発電する燃料電池に使用される燃料電池を暖機する燃料電池暖機装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、電気自動車の動力源などとして、クリーンでエネルギー効率の優れた燃料電池（固体高分子型燃料電池）が注目されている。例えば、特開平 7 - 2 4 0 2 2 0 号公報には、燃料電池に供給される水素及び酸素を循環して使用する燃料電池システムが開示されている。この燃料電池システムにおける酸素は酸化剤供給装置から供給されるが、燃料電池で未使用の残存酸素は酸素供給ラインに戻され循環使用される。水素についても同様であり、燃料供給装置から供給された水素のうち、燃料電池で未使用の残存水素は水素供給ラインに戻され循環使用される。このように酸素及び水素が循環使用されるのは、酸化剤供給装置及び燃料供給装置から純度の高い酸素及び水素が供給されるからである。

【0003】

一方、周囲から空気を取り込み、空気中の酸素を燃料電池で使用する構成の燃料電池システムが知られている。この構成の場合、空気を循環使用すると空気中の酸素濃度が低下して行き（窒素濃度が上昇して行き）、燃料電池の効率が低下する。このため、燃料電池から排出された排出空気は循環することなく大気中に放散される。

【0004】

ところで、燃料電池は、常温よりも高い温度（固体高分子型の場合は80～90℃）で効率よく発電することができ、燃料電池が十分に温まっていないときは効率よく発電することができない。したがって、燃料電池の始動時に燃料電池を所定温度まで迅速に加熱（暖機）する必要がある。殊に、燃料電池が電気自動車に搭載される場合は一層迅速に暖機する必要がある。このため、周囲から空気を取り込むタイプの燃料電池システムでは、熱交換器を設けて、排出空気と供給空気とを熱交換することが行われる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、熱交換器では排出空気の熱を供給空気に与えることによって供給空気を加熱している。このため、排出空気の温度が低くなっている始動時には、燃料電池の暖機を迅速に行うことができないという問題があった。特に、寒冷地であるとか、冬季など、気温が低い条件下では始動時に燃料電池から排出される排出空気の温度は一層低くなっているため、この問題が特に顕著となる。

【0006】

また、燃料電池が稼動しているときでも、稼動状態によっては燃料電池から排出される排出ガスの温度が低下する場合がある。このような場合でも、燃料電池に供給する供給ガスの温度はある一定温度以上とする必要があるが、排出ガスの温度が低下しているため、熱交換器のみでは、十分に供給ガスを加熱できない場合が考えられるという問題もある。

【0007】

そこで、本発明は、特に燃料電池の始動時において燃料電池の暖機を迅速に行

うことができるようにし、さらには燃料電池の稼動状態により、排出ガスの温度が低下したときでも、十分に供給ガスを加熱できる燃料電池加熱装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決した本発明のうち請求項1に記載の発明は、燃料電池に供給ガスを供給するとともに、前記供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出ガスとして排出するにあたり、前記燃料電池の暖機状態に応じて前記排出ガスを供給ガスに戻す排出ガス戻し手段を備えたことを特徴とする燃料電池暖機装置とした。

排出ガス戻し手段は、後述する発明の実施の形態では三方弁であり、燃料電池からの排出ガス（排出空気）をそのまま排出する排出位置と、供給ガス（供給空気）に戻す戻し位置に切り替わるようになっている。戻し位置に切り替わると排出ガスの循環サイクルが形成される。なお、燃料電池の状態に応じてとは、燃料電池の温度などに応じてという意味である。

この構成によれば、排出ガスの持つ熱、たとえば燃料電池が発電する熱などを供給ガスに戻すことができるので、燃料電池が始動してから暖機を迅速に行なうことができると共に燃料電池の内部などに残存する水分を有効利用することもできる。

【0009】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1の構成において、前記排出ガス戻し手段は、前記排出ガスの温度に応じて制御される燃料電池暖機装置とした。

例えば、排出ガスの温度が高ければ燃料電池の暖機が終了したとして、あるいは、燃料電池を保護するため、排出ガス戻し手段は排出位置に切り替えられる。また、例えば、排出ガスの温度が低ければ燃料電池の暖機が必要であるとして、排出ガス戻し手段は戻し位置に切り替えられる。

ここで、排出ガスの温度は、燃料電池の状態（温度、湿度など）に大きく影響を受ける。このため、排出ガス戻し手段の制御を行う際には、排出ガスの温度を判断基準として用いるのが最も好適である。

【0010】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 の構成において、前記燃料電池からの排出ガスを圧送するコンプレッサを備え、前記コンプレッサによって前記排出ガスを前記供給ガスに戻す燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、コンプレッサの断熱圧縮により発生する熱を燃料電池の暖機に使用することができるので、燃料電池の発電に拘わらず迅速な暖機を確実に行うことができる。なお、燃料電池などでは圧力損失が生じるが、この圧力損失を回復すべくコンプレッサで圧縮を行うと、断熱圧縮により圧力損失に見合う分の熱が発生する。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 の構成において、前記燃料電池からの排出ガスの圧力を制御する圧力制御手段を備える燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、コンプレッサの圧力を制御することで排出ガスの温度上昇幅を設定することができる。例えば、圧力制御手段でコンプレッサの下流側の圧力（吐出圧）を上昇させると、排出ガスの温度上昇が増加する。逆の動作をすると、排出ガスの温度上昇が低減される。この温度上昇幅が設定された排出ガスは、排出ガス戻し手段により供給ガスに戻される。圧力制御手段がバタフライ弁などの圧力制御弁から構成される場合は、該圧力制御弁の開度を閉じるとコンプレッサの下流側の圧力が上昇し、逆に開度を開くとコンプレッサの下流側の圧力が低下する。なお、圧力制御手段は、エンタルピーの変化が生じることなく（又は変化を小さくして）、排出ガスを通流させるものが好ましい。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 の構成において、前記供給ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御する燃料電池暖機装置とした。

例えば、供給ガスの温度が高くなれば圧力制御手段により、コンプレッサの下流側の圧力を低下させる。一方、供給ガスの温度が低くなれば圧力制御手段により、コンプレッサの下流側の圧力を上昇させる。この構成によれば、燃料電池に供給される供給ガスを適切な温度とすることが可能になる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 の構成において、前記供給ガスの温

度とこの供給ガスの目標温度を比較して前記圧力制御手段を制御する燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、燃料電池に適切な温度の供給ガスを供給することが可能になる。なお、供給ガスの目標温度は、燃料電池の種類や暖機の行い方などに応じて適宜設定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 に記載の構成において、前記供給ガスは前記燃料電池の酸素極に供給する空気であって、前記燃料電池の酸素極に供給する空気中の酸素量に応じて前記排出ガス戻し手段を制御する燃料電池暖気装置とした。

この構成によれば、燃料電池の酸素極に供給する空気を加熱して燃料電池を暖機するにあたり、酸素極に供給する空気中の酸素量に応じて排出ガスの戻し量を制御している。このため、暖機中の燃料電池が酸素不足となることを防止することができる。また、燃料電池の水素極側は、酸素極側から暖機されるが、この水素極側の暖機は、燃料電池の膜を介して行われる。

【 0 0 1 5 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の構成において、前記供給ガスの酸素量が前記燃料電池の発電によって減少した場合は、前記排出ガス戻し手段によって排出ガスを戻す量を減少させる燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、燃料電池の発電に起因して供給ガスの酸素量が減少した場合に排出ガス戻し手段によって排出ガスを戻す量を減少させている。燃料電池に供給される空気中、酸素の含有量が少ない排出ガスの量を少なくし酸素の含有量が多い空気を多く供給できるので、燃料電池に十分な酸素を供給することができる。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 9 に記載の発明は、燃料電池に供給ガスを供給するとともに、前記供給ガスを前記燃料電池を排出ガスとして排出するコンプレッサを備え、

前記コンプレッサの断熱圧縮による熱で前記ガスを加熱し、前記加熱されたガスを前記燃料電池に供給して前記燃料電池を暖機し、前記燃料電池から排出され

るガスを前記コンプレッサの吸引側に戻して循環サイクルを形成したことを特徴とする燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、燃料電池の始動後であっても、燃料電池に供給される供給ガスの温度が低下してしまった場合には、コンプレッサから排出されたガスに含まれる熱を、燃料電池を介してコンプレッサの吸引側に供給することができる。したがって、燃料電池を適切な温度範囲まで容易に加熱することができる。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 9 の構成において、前記コンプレッサによって加熱される前のガスと、コンプレッサによって加熱された後のガスとの間で熱交換を行う熱交換機を前記循環サイクルに備え、前記熱交換器によって加熱されたガスを前記燃料電池に供給することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料電池暖機装置とした。

この構成では、加熱供給ガスをコンプレッサに循環供給するにあたり、熱自体が小さい循環サイクルを形成するので、燃料電池に対して断熱圧縮の熱を効率よく伝達することができる。

また、燃料電池の発電時には空気中の酸素濃度が減少していくので、ガスのすべてを戻しつづけると、燃料電池の発電効率が悪くなる。そこで、排出ガスの熱量のみを回収できる熱交換器を備えたので、暖気が早くなるとともに、ガス欠（酸素が足りない状態）を起こさないようにすることができる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 9 または請求項 1 0 の構成において、前記燃料電池の暖機が完了したか否かを判定し、前記燃料電池の暖機が完了したと判断した後に、前記燃料電池の発電を開始する燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、燃料電池の発電効率がよくなる温度帯まで燃料電池を加熱させてから、燃料電池による発電を開始することができる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 1 の構成において、前記燃料電池の暖機の完了の判断を、前記燃料電池から排出される加熱排出ガスの温度に基づいて行う燃料電池暖機装置とした。

この構成によれば、燃料電池の始動準備が完了したか否かを燃料電池から排出される加熱供給ガスの温度で判定している。このため、別途燃料電池の始動準備が完了したことを検知するための検知手段などを設けることなく、燃料電池の暖機を検知することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の燃料電池暖機装置を、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

〔第 1 実施形態〕

先ず、第 1 実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。

この第 1 実施形態で参照する図面において、図 1 は第 1 実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図であり、図 2 は燃料電池の構成を模式化した説明図であり、図 3 はコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示す燃料電池システム F C S は、燃料電池 1、空気供給装置 2、水素供給装置 3、及び制御装置 4 などから構成される燃料電池 1 を中核とした発電システムである。なお、燃料電池暖機装置 G S (G S 1) は、空気供給装置 2 及び制御装置 4 から構成される。ちなみに、この燃料電池システム F C S は、自動車（燃料電池電気自動車）に搭載されるものとする。

【 0 0 2 3 】

先ず、図 2 に示すように、燃料電池 1 は、電解質膜 1 c を挟んでカソード極側（酸素極側）とアノード極側（水素極側）とに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられ、カソード電極 1 b 及びアノード電極 1 d を形成している。電解質膜 1 c としては固体高分子膜、例えばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜が使われる。この電解質膜 1 c は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で 2 0 Ω-プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。なお、カソー

ド電極 1 b に含まれる触媒は酸素から酸素イオンを生成する触媒であり、アノード電極 1 d に含まれる触媒は水素からプロトンを生成する触媒である。

【0024】

また、カソード電極 1 b の外側にはカソード電極 1 b に酸化剤ガスとしての供給空気 A を通流するカソード極側ガス通路 1 a が設けられ、アノード電極 1 d の外側にはアノード電極 1 d に燃料ガスとしての供給水素 H を通流するアノード極側ガス通路 1 e が設けられている。カソード極側ガス通路 1 a の入口及び出口は空気供給装置 2 に接続され、アノード極側ガス通路 1 e の入口及び出口は水素供給装置 3 に接続されている。なお、この図 2 における燃料電池 1 は、その構成を模式化して 1 枚の単セルとして表現してあるが、実際の燃料電池 1 は、単セルを 200 枚程度積層した積層体として構成される。また、燃料電池 1 は、発電の際に電気化学反応により発熱するため、燃料電池 1 を冷却する図示しない冷却装置を有する。

【0025】

この燃料電池 1 は、カソード極側ガス通路 1 a に供給空気 A が通流され、アノード極側ガス通路 1 e に供給水素 H が供給されると、アノード電極 1 d で水素が触媒作用でイオン化してプロトンが生成し、生成したプロトンは、電解質膜 1 c 中を移動してカソード電極 1 b に到達する。そして、カソード電極 1 b に到達したプロトンは、触媒の存在下、供給空気 A の酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水及び未使用の酸素を含む供給空気 A は、排出空気 A e として燃料電池 1 のカソード極側の出口から排出される（排出空気 A e は多量の水分を含む）。また、アノード電極 1 d では水素がイオン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- は、モータなどの外部負荷 M を経由してカソード電極 1 b に達する。

【0026】

次に、図 1 に示すように、燃料電池暖機装置 G S 1 を構成する空気供給装置 2 は、エアクリーナ 21、熱交換器 22、加湿器 23、コンプレッサ 24、圧力制御弁 25、三方弁 26、流量センサ Q、温度センサ T1、T2、T3、湿度センサ H などから構成される。

【 0 0 2 7 】

エアクリーナ 2 1 は、図示しないフィルタなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側に供給される空気（供給空気 A）をろ過して、供給空気 A に含まれるごみを取り除く。

【 0 0 2 8 】

熱交換器 2 2 は、図示しない低温流体側流路及び高温流体側流路を備えるプレート式熱交換器やシェル&チューブ熱交換器などから構成され、燃料電池 1 のカソード極側から排出されコンプレッサ 2 4 で圧縮された空気（排出空気 A e）とエアクリーナ 2 1 でろ過した供給空気 A を熱交換する。この熱交換器 2 2 により、供給空気 A が加熱され燃料電池 1 に導入される。なお、燃料電池 1 は、80～90℃程度の温度で運転される。このため、供給空気 A は、60～75℃に温度制御されて燃料電池 1 に導入される。この供給空気 A の温度制御の詳細は後述する。

【 0 0 2 9 】

加湿器 2 3 は、図示しないベンチュリ、水貯蔵タンク、ベンチュリと水貯蔵タンクを接続するサイフォン管などから構成され（一種のキャブレタ）、水貯蔵タンクに貯蔵された加湿用の水をベンチュリ効果で吸い上げて噴霧し、供給空気 A を加湿する。加湿された供給空気 A は、燃料電池 1 のカソード極側に供給される。なお、サイフォン管には、ステッピングモータにより駆動して該サイフォン管を通流する水の流量を制御するニードルが挿入されている（サイフォン管とニードルでニードル弁を構成している）。このように、供給空気 A を加湿するのは、燃料電池 1 を加湿して図 2 に示す電解質膜 1 c が乾燥するのを防止するためである。ちなみに、電解質膜 1 c が乾燥するとプロトンの移動が阻害され起電力が低下する。一方、燃料電池 1 を加湿しすぎても、図 2 に示すカソード極側ガス通路 1 a や図示しない拡散層が水没して供給空気 A の通流が阻害され起電力が低下する。

【 0 0 3 0 】

コンプレッサ 2 4 は、図示しないスーパーチャージャ（容積型の圧縮機）及びこれを駆動するモータなどから構成され、燃料電池 1 で酸化剤ガスとして使用さ

れた後の供給空気A、つまり燃料電池1のカソード極側から排出される排出空気Aeを吸引し、圧縮して吐出し後段の熱交換器22に送出する。このコンプレッサ24は、供給空気Aを吸引することにより、燃料電池1を負圧（大気圧以下の圧力）で運転する役割を有する。また、コンプレッサ24は、排出空気Aeを断熱圧縮することにより排出空気Aeの温度を高め、排出空気Aeを、供給空気Aを加熱するための熱源とする役割を有する。

【0031】

圧力制御弁（圧力制御手段）25は、図示しないバタフライ弁及びこれを駆動するステッピングモータなどから構成され、コンプレッサ24から吐出される排出空気Aeの圧力（吐出圧）を圧力制御弁25の開度を減少・増加することにより制御する。ちなみに、圧力制御弁25の開度を減少するとコンプレッサ24の吐出圧が高まり、これに対応して排出空気Aeの温度上昇幅が増加する。また、圧力制御弁25の開度を増加するとコンプレッサ24の吐出圧が低くなり、これに対応して排出空気Aeの温度上昇幅が減少する。

なお、圧力制御弁25はエンタルピー変化が少ない状態で排出空気Aeを通流させる。このため、圧力制御弁25を通流した後の排出空気Aeの温度低下は少ない。

【0032】

三方弁（排出ガス戻し手段）26は、図示しない電磁作動の流路切替器から構成され、排出空気Aeの流路を切り替えて、排出位置、戻し位置にする。三方弁26を排出位置にした場合には、排出空気Aeは空気供給装置2の系外に排出される。また、三方弁26を戻し位置にした場合には、排出空気Aeはエアクリーナ21と熱交換器22の間の供給空気Aのラインに戻される（循環サイクルが形成される）。この三方弁26がどのような条件で排出位置に切り替わるか、戻し位置に切り替わるかは後述する。

【0033】

流量計Qは、差圧流量計などから構成され、エアクリーナ21を通流した後（排出空気Aeの合流後）の供給空気Aの流量を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0034】

温度センサT1は、サーミスタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側の入口における供給空気Aの温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0035】

温度センサT2は、温度センサT1と同様にサーミスタなどから構成され、コンプレッサ24の出口における排出空気Ae（吐出ガス）の温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0036】

温度センサT3は、温度センサT1、T2と同様にサーミスタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側出口における排出空気Aeの温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0037】

湿度センサHは、高分子膜系の湿度センサなどから構成され、燃料電池1のカソード極側入口における供給空気Aの湿度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0038】

図1に示すように、水素供給装置3は、水素ガスボンベ31、レギュレータ32、水素循環ポンプ33、三方弁34などから構成される。

【0039】

水素ガスボンベ31は、図示しない高圧水素容器から構成され、燃料電池1のアノード極側に導入される供給水素Hを貯蔵する。貯蔵する供給水素Hは純水素であり、圧力は15～20MPaG（150～200kg/cm²G）である。なお、水素ガスボンベ31は、水素吸蔵合金を内蔵し1MPaG（10kg/cm²G）程度の圧力で水素を貯蔵する水素吸蔵合金タイプである場合もある。

【0040】

レギュレータ32は、図示しないダイヤフラムや圧力調整バネなどから構成され、高圧で貯蔵された供給水素Hを所定の圧力まで減圧させ、一定圧力で使用できるようにする圧力制御弁である。このレギュレータ32は、ダイヤフラムに入力される基準圧を大気圧にすると、水素ガスボンベ31に貯蔵された供給水素H

の圧力を大気圧近辺にまで減圧することができる。また、ダイヤフラムに入力される基準圧を負圧で運転している空気供給装置 2 の負圧部分の圧力にすると、水素ガスボンベ 3 1 に貯蔵された供給水素 H の圧力を当該負圧部分の圧力近辺にまで減圧することができる。第 1 実施形態では、水素供給装置 3 を大気圧以下の負圧で運転するため、レギュレータ 3 2 には、空気供給装置 2 のコンプレッサ 2 4 の吸入側の圧力が基準圧として入力される。ちなみに、水素供給装置 3 を大気圧以下の負圧で運転することにより、通流する水素が外部に漏洩するのを防止することができるので、燃費が向上する。

【 0 0 4 1 】

水素循環ポンプ 3 3 は、図示しないエジェクタなどから構成され、燃料電池 1 のアノード極側に向かう供給水素 H の流れを利用して、燃料電池 1 で燃料ガスとして使用された後の供給水素 H、つまり燃料電池 1 のアノード極側から排出され三方弁 3 4 を通流する排出水素 H e を吸引し循環させる。なお、排出水素を循環使用するのは、供給水素 H が、水素ガスボンベ 3 1 に貯蔵されている純水素だからである。

【 0 0 4 2 】

三方弁 3 4 は、図示しない流路切替器から構成され、排出水素 H e の流路を切り替えて、排出位置、戻し位置にする。三方弁 3 4 を排出位置にした場合には、排出水素 H e は水素供給装置 3 の系外に排出される。また、三方弁 3 4 を戻し位置にした場合には、排出水素 H e は水素循環ポンプ 3 3 に導かれる。

【 0 0 4 3 】

次に、燃料電池用暖機装置 G S 1 を構成する制御装置 4 は、図示しない C P U 、メモリ、入出力インタフェース、A / D 変換器、バスなどから構成され、燃料電池システム F C S を統括的に制御すると共に、燃料電池 1 に供給する供給空気 A の流量、温度、湿度を制御する。制御装置 4 は、前記の通り各センサ Q , T 1 , T 2 , T 3 , H からの検出信号を受信する。また、制御装置 4 は、加湿器 2 3 、コンプレッサ 2 4 、圧力制御弁 2 5 、三方弁 2 6 に対する制御信号を送信する。以下、供給空気 A の (1) 流量制御、(2) 温度制御、(3) 湿度制御、及び (4) 流路切替制御を説明する。なお、制御装置 4 は、後述するように始動モードと通常モー

ドの2つのモードを有し、始動モードでは三方弁26が戻し位置になり、通常モードでは排出位置になる。

【0044】

(1) 流量制御について、制御装置4は、図示しないアクセルペダルなどの出力調整手段からの出力要求信号に基づいて、必要とする供給空気Aの目標流量をマップなどにより設定する。そして、目標流量が増加したときは、コンプレッサ24の吐出量（モータの回転数）を増加するように制御信号を生成しコンプレッサ24に送信する。一方、制御装置4は、目標流量が減少したときは、コンプレッサ24の吐出量（モータの回転数）を低減するように制御信号を生成しコンプレッサ24に送信する。この際、流量センサQの検出信号と目標流量の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【0045】

(2) 温度制御（通常モード）について、制御装置4は、燃料電池1のカソード極側入口に供給される供給空気Aの温度が60～75℃の目標温度になるように、温度センサT1からの検出信号に基づいて、圧力制御弁25の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置4は、目標温度よりも供給空気Aの温度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、圧力制御弁25の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出圧が低くなり、排出空気Ae（吐出ガス）の温度が低下する。そして、熱交換器22での熱交換量が減り、供給空気Aの温度が低下する。一方、制御装置4は、目標温度よりも供給空気Aの温度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、圧力制御弁25の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出圧が高くなり排出空気Aeの温度が上昇する。そして、熱交換器22での熱交換量が増し、供給空気Aの温度が上昇する。この際、温度センサT1の検出信号と目標温度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。なお、コンプレッサ24は、圧力制御弁25の開度にかかわらず、目標流量の供給空気Aを燃料電池1に供給すべく動作する。

【0046】

ちなみに、フェイルアンドセーフ機構として、制御装置4は、温度センサT2の検出信号が所定値以上（150℃以上）になると、コンプレッサ24などを保護すべく、圧力制御弁25の開度を増加する制御信号、及び／又はコンプレッサ24の吐出量を低減する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出側の温度が下がり、コンプレッサ24などが保護される。

【0047】

なお、図3の温度上昇特性を説明する図は、コンプレッサ24の圧力比（ $P1 \sim P5 = \text{吐出圧} / \text{吸入圧}$ ）と排出空気Aeの流量とコンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度の関係を示すものである（圧力比は $P5 > P4 > P3 > P2 > P1$ である）。この図から解るように、コンプレッサ24の圧力比を高めることで、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度を高めることができ、この際、排出空気Aeの流量はあまり影響しない。つまり、圧力制御弁25により排出空気Aeの温度を制御することができるのが解る。ここで、図3に記載の目標温度は、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Ae（吐出ガス）の目標とする最低温度である。通常の運転（暖機）は、この目標温度以上の温度で行われる。

【0048】

(3) 湿度制御について、制御装置4は、燃料電池1のカソード極側入口に供給される供給空気Aの湿度が目標湿度になるように、湿度センサHからの検出信号に基づいて、加湿器23のニードル弁の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置4は、目標湿度よりも供給空気Aの湿度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が減少し、供給空気Aの湿度が低下する。一方、制御装置4は、目標湿度よりも供給空気Aの湿度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が増加し、供給空気Aの湿度が上昇する。この際、湿度センサHの検出信号と目標湿度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【0049】

(4) 流路切替制御について、制御装置 4 は、自動車のイグニッションスイッチが ON になって燃料電池システム F C S を始動する際に始動モードになる。制御装置 4 が始動モードになると、制御装置 4 は、三方弁 2 6 が戻し位置に切り替わるように三方弁 2 6 に対して制御信号を生成し送信する（循環サイクルが形成される）。後述するように、始動モードは温度センサ T 3 の検出信号が所定値を越えた場合などに解除され、制御装置 4 は通常モードに移行する。通常モードに移行する際には、制御装置 4 は、三方弁 2 6 が排出位置に切り替わるように三方弁 2 6 に対して制御信号を生成し送信する。なお、燃料電池 1 からの排出空気 A e の温度が低い場合（例えば 2 0 ℃ 以下の場合）に、自動的に始動モードになるようにしておいてもよい。

【 0 0 5 0 】

次に、前記説明した第 1 実施形態の燃料電池暖機装置 G S 1 の始動モードにおける動作の一例を、図 4 を参照して詳細に説明する（適宜図 1 ～図 3 を参照）。

【 0 0 5 1 】

ここで、図 4 は、燃料電池暖機装置の始動モードにおける制御フローである。なお、暖機時の供給空気 A の目標温度も 6 0 ℃（下限目標温度）～ 7 5 ℃（上限目標温度）である。

【 0 0 5 2 】

始動モードでは、制御装置 4 は、空気供給装置 2 の三方弁 2 6 を戻し位置にして循環サイクルを形成する（S 1）。次に、コンプレッサ 2 4 を所定の回転数（3 0 0 0 r p m）で運転し、圧力制御弁 2 5 の開度を所定値に設定する（S 2，S 3）。圧力制御弁 2 5 は、コンプレッサ 2 4 の吐出圧が 4 0 k P a G になるように設定される。これにより、燃料電池 1 の暖機が開始される。また、水の有効利用が図られる。なお、この時点では、燃料電池 1 は発電を行っていない。ちなみに、図 1 の c 点における圧力は b 点における圧力よりも低いので、c 点からの供給空気 A は a 点には流れないで、b 点からの排出空気 A e が a 点へ流れ込む（b 点の圧力 > c 点の圧力 > a 点の圧力）。

【 0 0 5 3 】

燃料電池 1 のカソード極側出口の排出空気 A e の温度が 2 0 ℃ 未満か否かを判

断する（S4）。20℃以上であれば暖機が終了した（暖機は不要）と判断できるので、通常モードを実行する（S5）。なお、通常モード実行の際には、燃料電池1の発電を開始すると共に、空気供給装置2の三方弁26を排出位置にする。ちなみに、発電を開始すると酸素及び水素が消費される。

【0054】

一方、ステップS4において、排出空気の温度が20℃未満ならば暖機が継続されるが、この際、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度が下限目標温度である60℃未満か否かを判断する（S6）。60℃未満ならば圧力制御弁25を1deg閉める（S7）。そして、一定時間（数秒）置く（S8）。これにより、排出空気Ae（吐出ガス）の温度が上昇すると共に供給空気Aの温度も上昇し、暖機が迅速に行われる。なお、ステップS9で、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が130℃を越えているか否かを判断し、130℃以下であれば問題がないのでステップS4に戻って暖機を継続する。コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が130℃を越えている場合は、圧力制御弁25を5deg開け、一定時間（数秒）置く（S10, S11）。これにより、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が低下するが、ステップS12で該温度を実際に判断し、低下していればステップS9に戻り処理を継続する（ステップS4に戻ってもよい）。

【0055】

ステップS12で、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度がなおも上昇している場合（あるいは150℃〔所定上限温度〕以上になっている場合）は、ステップS17に移行しフェイルアンドセーフアクションを実行し、圧力制御弁25を全開にすると共に、コンプレッサ24を停止し（S17, S18）、警告灯を点灯して異常を乗員に知らせる。圧力制御弁25の異常などが考えられるからである。

【0056】

ところで、ステップS6において、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度が60℃以上である場合は、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度が上限目標温度である75℃を越えているか否かを判断し（S13）、75℃以

下であれば適温なのでステップ S 4 に戻り処理を継続する。

【 0 0 5 7 】

一方、ステップ 1 3 において供給空気 A の温度が 7 5 ℃ を越える場合は、圧力制御弁 2 5 を 5 d e g 開け、一定時間（数秒）置く（S 1 4, S 1 5）。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度が低下すると共に燃料電池 1 のカソード極側の供給空気 A の温度も低下するが、ステップ S 1 6 で該温度を実際に判断し、低下していればステップ S 9 に戻り処理を継続する（ステップ S 4 に戻ってもよい）。供給空気 A の温度がなおも上昇している場合（あるいは 1 5 0 ℃〔所定上限温度〕以上になっている場合）は、前記したように機器類の異常などが考えられるので、フェイルアンドセーフアクションを実行し、圧力制御弁 2 5 を全開にすると共に、コンプレッサ 2 4 を停止し（S 1 7, S 1 8）、警告灯を点灯して異常を乗員に知らせる。なお、コンプレッサ 2 4 を停止しない場合でも、圧力制御弁 2 5 を全開にすると、前記の通り排出空気 A e の温度は低下する。ちなみに、圧力制御弁 2 5 を急速に全開にすると、排出空気 A e の温度も急速に低下する。

【 0 0 5 8 】

このように始動モードと通常モードで三方弁 2 6 を切り替え、始動モードで排出空気 A e を供給空気 A として再び燃料電池 1 に戻すことで、コンプレッサ 2 4 での断熱圧縮による熱を無駄なく利用して燃料電池 1 を迅速に暖機することができる。また、燃料電池 1 の内部に蓄えられた水分を有効利用することができる。なお、加湿器 2 3 は、水を噴霧する手段を採用したが、水透過型の中空糸膜などを利用する手段を採用したものでもよい。ちなみに、説明を省略したが、水素供給装置 3 についても温度制御及び湿度制御を行う構成としてもよい。

【 0 0 5 9 】

〔第 2 実施形態〕

次に、第 2 実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、第 1 実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 5 は、第 2 実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの

全体構成図である。

【0060】

図5に示すように、第2実施形態の燃料電池暖機装置GS2は、熱交換器を含まない構成になっている（他の部分は第1実施形態と同じ）。この構成でも、第1実施形態と同様に、コンプレッサ24による断熱圧縮で生じた熱を有効利用することができると共に、水分も有効利用することができる。なお、三方弁26の後段（排出側）に熱交換器を設け、通常モードで、排出空気Aeと供給空気Aを熱交換する構成としてもよい。

【0061】

〔第3実施形態〕

次に、第3実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、第1実施形態及び第2実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図6は、第3実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0062】

第3実施形態の燃料電池暖機装置GS3では、加湿器23は、図示しない中空糸膜を使用した水透過膜型加湿器を使用する。中空糸膜は、中空通路を有する直径1～2mm、長さ数十cmの中空繊維である。この加湿器23は、中空糸膜を数千本束ねてそれぞれ中空容器に収容した2本の中空糸膜モジュール、この2本の中空糸膜モジュールを並列に接続する配管、供給空気Aの流量や湿度に応じて2本の中空糸膜モジュールを切り替えて使用するための電磁弁や電磁弁コントローラなどの切替手段などから構成される（以上図示外）。なお、電磁弁コントローラは、制御装置4に含まれるものとする。

【0063】

各中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の充填率は、中空容器の断面積に対して40～60%である。この中空糸膜モジュールは、中空糸膜の中空通路の一端から排出空気Aeが通流して他端から抜き出されるようになっている。また、中空糸膜モジュールは、中空糸膜同士の隙間に供給空気Aが通流して抜き出される

ようになっている。つまり、中空糸膜モジュールは、中空糸膜により供給空気Aと排出空気Aeが混合しないようになっている。その一方、中空糸膜は、その内表面から外表面に達する口径数nm（ナノメートル）の微細な毛管を多数有し、毛管中では、蒸気圧が低下して容易に水分の凝縮が起こるようになっている。そして、凝縮した水分は、毛管現象により吸い出されて中空糸膜を透過する。したがって、中空通路に燃料電池1で生成した水分を多量に含んだ排出空気Aeを通流すると、水分が中空通路の内表面で凝縮し、毛管現象により吸い出され、中空糸膜の外表面に到達し、この水分により中空糸膜同士の隙間を通流する相対的に乾燥した供給空気Aが加湿される。ちなみに、中空通路側に供給空気Aを通流し、中空糸膜同士の隙間に排出空気Aeを通流する構成でもよい。

【0064】

加湿器23は、切替手段により、供給空気Aの流量が少ないときは、中空糸膜モジュールを1本のみ使用するように切替駆動され、供給空気Aの流量が多いときは、中空糸膜モジュールを2本とも使用するように切替駆動される。このように、切替駆動されるのは、中空糸膜モジュールは、供給空気A及び排出空気Aeの流量が少なすぎても多すぎても加湿性能が低下するという加湿特性を有するからである。中空糸膜モジュールを切り替えるタイミングなどは、流量センサQからの検出信号及び湿度センサHからの検出信号により決定される。

【0065】

なお、中空糸膜を使用したこの加湿器23は、供給空気Aと排出空気Aeが保有する熱を交換する熱交換器の役割を有する。したがって、第2実施形態では、第1実施形態のように独立した熱交換器を有しない。

【0066】

この第3実施形態の燃料電池暖機装置GS3は、熱交換及び加湿の部分だけが第1実施形態と異なり、他の部分は同じであるので、第1実施形態と同様、三方弁26を切り替えるという簡単な構成により、燃料電池1の暖機を迅速に行なうことができる。なお、この第3実施形態の燃料電池暖機装置GS3は、通常モードにおいて、燃料電池1のカソード極側から排出される多量の水分を含んだ排出空気Aeの水分を有効に活用することができるので、加湿用の水を蓄えておく必

要がなくなったり、蓄えておく量を最低限にすることができる。また、中空糸膜により、供給空気Aの加湿を均質に行うことができる。

【 0 0 6 7 】

〔第4実施形態〕

次に、第4実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、第1実施形態から第3の実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図7は、第4実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【 0 0 6 8 】

第4実施形態の燃料電池暖機装置GS4では、コンプレッサ24が熱交換器22における供給空気Aの排出口と加湿器23との間に配設されている。この構成では、エアクリーナ21を介して導入される供給空気Aは、コンプレッサ24を介して燃料電池1に供給される。この構成では、燃料電池1に供給される供給空気Aは、コンプレッサ24を介している。コンプレッサ24では、供給空気Aを断熱圧縮して燃料電池1に圧送して供給するが、この断熱圧縮の際に供給空気Aが加熱されて加熱供給空気AHとなる。したがって、燃料電池1には、加熱された加熱供給空気AHが供給されるので、始動時における燃料電池1の暖機に貢献することができる。

【 0 0 6 9 】

また、始動時には、第1実施形態同様、三方弁26は戻し位置にされているので、燃料電池1を暖機するために燃料電池に供給された加熱供給空気AHは、燃料電池1を介して燃料電池1から排出された加熱排出空気AeHとなってコンプレッサ24の供給側に圧送される。燃料電池1に供給された加熱排出空気AeHは、燃料電池1を暖機する際にその熱を奪われているものの、外気よりはまだ多くの熱量を含んでいる。外気よりも熱量の多い加熱排出空気AeHを再びコンプレッサ24に戻すことにより、より迅速に燃料電池1を暖機することができる。

【 0 0 7 0 】

燃料電池1の暖機が完了した後は、三方弁26が排出位置に切り替わり、通常

の運転が行われる。

【 0 0 7 1 】

次に、第 4 実施形態の燃料電池暖機装置 G S 4 の始動モードにおける動作の一例を、図 8 を参照（適宜図 7 を参照）して説明する。なお、かかる動作は、前記第 1 実施形態における始動モードの動作と同一の部分があるので、その同一の部分についての詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 2 】

始動モードでは、三方弁を戻し位置にし（S 1）、コンプレッサ 2 4 を所定回転数で運転する（S 2）。続いて、圧力制御弁 2 5 の開度を所定値に設定し（S 3）、燃料電池 1 のカソード極側の排出空気（加熱排出空気 A e H）の温度 T 3 が 2 0℃未満であるか否かを判断する（S 4）。ここまでの工程は前記第 1 実施形態における始動モードと同一である。なお、燃料電池 1 ではいまだ発電が行われていないので、コンプレッサ 2 4 を駆動するための電力が必要となる。この電力はたとえば別途設けられた図示しないキャパシタやバッテリーから取り出すことができる。ここで、ステップ S 4 において、加熱排出空気 A e H の温度が 2 0℃未満と判断した場合には、前記第 1 実施形態と同様にステップ S 6 からステップ S 1 9 までの工程を経る。

【 0 0 7 3 】

一方、排出空気 A e H の温度が 2 0℃未満と判断した場合には、通常モードに移行して燃料電池 1 の発電が可能な状態となっているか否かを判断する（S 2 1）。ここで、発電が可能な状態となっていないと判断された場合には、ステップ S 6 に戻り、以後、前記第 1 実施形態と同様にステップ S 6 からステップ S 1 9 までの工程を経る。また、発電が可能な状態にあると判断された場合には、所定電流で発電を開始する（S 2 2）。この段階における発電は、いまだ燃料電池 1 が暖機されていない状態であるので、所定の低電流値のみで行われ、いわば予備的な発電であって、通常の発電可能な状態とされてはいない。

【 0 0 7 4 】

低電流である所定電流で予備的な発電を開始したら、加熱排出空気 A e H が過剰にコンプレッサ 2 4 に供給されて、燃料電池 1 に供給される加熱供給空気 A H

の酸素量が少なくなることがないように、加熱排出空気A e Hの戻り量を制御する（S23）。このとき、戻り量を減少させるの伴って新しく外気を吸い込み、酸素を補充する。

【0075】

続いて、燃料電池1に供給される加熱供給空気AHの温度T1および燃料電池1から排出される加熱排出空気A e Hの温度T3の温度を検知する。そして、加熱供給空気AHの温度T1が70℃未満であるか、加熱排出空気A e Hの温度T3が40℃未満であるか否かの2つの条件を判断する（S24）。その結果、2つの条件とも満たされていない場合には、暖機が完了していないと判断してステップ23に戻る。また、2つの条件のうちのいずれかが満たされた場合には、三方弁26を排出位置にして、加熱排出空気A e Hをすべて排出する（S25）そして、暖機が完了し、（S26）その後、燃料電池1の発電を開始する。

【0076】

始動モードにおいて、燃料電池1の加熱排出空気A e Hの温度T3が20℃未満では始動モードが維持されて、前記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。また、燃料電池1の加熱排出空気A e Hの温度T3が20℃となって通常モードとなっても、燃料電池1の暖機が完了するまでの間は、本格的な発電を行うことなく、予備的な発電のみを行う。そして、燃料電池1の暖機が完了した後には本格的な発電を開始するので、燃料電池1の暖機を効率的に行うとともに、燃料電池1の発電を適切に行うことができる。

【0077】

なお、本実施形態では、加熱排出空気A e Hと供給空気Aとの間で熱交換を行うために熱交換器22を設けている。これは、燃料電池の発電に伴って減少する酸素量に応じて戻し量を減少させるので、排出ガスの持つ熱量のみを供給ガス側に伝えられるようになっている。このため、熱を逃がしにくい構成となる。

【0078】

〔第5実施形態〕

次に、第5実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、第1実施形態から第4の実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付して

その説明を省略する。

ここで、図 9 は、第 5 実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0079】

図 9 に示すように、第 5 実施形態の燃料電池暖機装置 G S 5 は、前記第 4 実施形態と比較して、熱交換器 2 2 が設けられていないほか、三方弁 2 6 に代えて流量調整弁 4 1 が設けられている。また、圧力制御弁 2 5 と流量調整弁 4 1 の間の配管 P 1 には分岐路 P 2 が設けられており、流量センサ Q とコンプレッサ 2 4 との間の配管 P 3 に接続されている。この分岐路 P 2 には、逆止弁 4 2 が設けられている。

【0080】

この構成では、燃料電池 1 の暖機を行う際には、逆止弁 4 2 を開いて燃料電池 1 から排出された多くの熱を含む加熱排出空気 A e H をコンプレッサ 2 4 に戻すことができる。また、燃料電池 1 が開始した後も、逆止弁 4 2 を開いた状態で維持しておくことにより、加熱排出空気 A e H がコンプレッサ 2 4 に導入される。このため、始動時であって、燃料電池 1 が発電していない間はもちろん、燃料電池 1 が発電を開始した後であっても加熱排出空気 A e H をコンプレッサ 2 4 に供給することで、燃料電池 1 の迅速な暖機に貢献することができる。また、流量調整弁 4 1 でコンプレッサ 2 4 に導入される加熱排出空気 A e H の流量を制御することができるので、燃料電池 1 の入口における加熱供給空気 A H の温度 T 1 を上限を越えない範囲に制限することができる。したがって、燃料電池 1 の入口における加熱供給空気 A H の温度の上限値を越えない範囲で迅速に燃料電池 1 の暖機を行うことができる。

【0081】

〔第 6 実施形態〕

次に、第 6 実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、第 1 実施形態から第 5 の実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 1 0 は、第 6 実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システム

の全体構成図である。

【 0 0 8 2 】

第 6 実施形態の燃料電池暖機装置 G S 6 は、前記第 5 実施形態と比較して、流量調整弁 4 1 が分岐路 P 2 に設けられており、配管 P 1 には何も設けられておらず、分岐路 P 2 に設けられていた逆止弁がない点でことなっている。

【 0 0 8 3 】

この構成では、分岐路 P 2 に設けられた流量調整弁 4 1 でコンプレッサ 2 4 に戻す加熱排出空気 A e H の量を制御することができる。したがって、前記第 5 実施形態同様、始動時であって、燃料電池 1 が発電していない間はもちろん、燃料電池 1 が発電を開始した後であっても加熱排出空気 A e H をコンプレッサ 2 4 に供給することで、燃料電池 1 の迅速な暖機に貢献することができる。また、流量調整弁 4 1 でコンプレッサ 2 4 に導入される加熱排出空気 A e H の流量を制御することができるので、燃料電池 1 の入口における加熱供給空気 A H の温度 T 1 を上限を越えない範囲に制限することができる。したがって、燃料電池 1 の入口における加熱供給空気 A H の温度の上限値を越えない範囲で迅速に燃料電池 1 の暖機を行うことができる。

【 0 0 8 4 】

なお、本発明は、前記した発明の実施の形態に限定されることなく、広く変形実施することができる。

【 0 0 8 5 】

例えば、水素供給装置は、水素タンクから燃料電池に水素を供給する構成としたが、メタノールなどの液体原燃料を改質器により改質して水素リッチな燃料ガスを製造し、これを燃料電池に供給する構成としてもよい。また、排出水素を循環使用する・しないにかかわらず、本発明を水素供給装置側に適用してもよい。また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態の加湿装置は、2 流体ノズルなどを使用したものでも、超音波を利用したものでもよい。また、第 3 実施形態の水透過膜も中空糸膜に限定されることはない。また、コンプレッサもスーパーチャージャやターボチャージャのようにタービンを回転させるものではなく、レシプロ式のものでもよい。また、圧力制御弁をコンプレッサと熱交換器の間に設ける構成とし

て、コンプレッサの断熱圧縮により発生した熱を利用してもよい。

【 0 0 8 6 】

なお、燃料電池は、発電を行わなければ（アノード電極で発生した電子がカソード電極に移動しないようにすれば）、酸素及び水素が消費されることはない。ちなみに、始動モードで発電を行うようにすれば、燃料電池が熱を発生し、燃料電池の暖機に少なからず貢献する（但し暖機が充分に行われていない状況では発電効率は低く発熱も少ない）。また、始動モードの終了を、温度ではなくタイマを設けて時間で判断してもよい。

【 0 0 8 7 】

【発明の効果】

以上説明した本発明のうち請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池の状態に応じて排出ガスを燃料電池に供給する供給ガスに戻すことで、排出ガスの持つ熱、たとえば燃料電池が発電する熱などを供給ガスに戻すことができるので、暖機を迅速に行なうことができ、寒冷地や冬季において使用される燃料電池システムに好適に適用することができる。また、電気自動車用の燃料電池システムに好適に適用することもでき、燃料電池の内部などに残存する水分を有効利用することができる。

【 0 0 8 8 】

また、本発明のうち請求項 2 に記載の発明によれば、排出ガスの温度に応じて行うので、燃料電池に暖機が必要か否かや燃料電池の暖機が終了したか否かなどを確実に判断することができる。

【 0 0 8 9 】

また、本発明のうち請求項 3 に記載の発明によれば、コンプレッサの断熱圧縮により発生する熱で、迅速な燃料電池の暖機を行うので、燃料電池の発電に拘わらず確実に燃料電池の暖機を行うことができる。

【 0 0 9 0 】

また、本発明のうち請求項 4 に記載の発明によれば、コンプレッサの圧力を制御することで排出ガスの温度上昇幅を設定することが可能になる。

【 0 0 9 1 】

また、本発明のうち請求項 5 に記載の発明によれば、供給ガスの温度に応じてコンプレッサの下流側の圧力を制御することで、燃料電池に供給される供給ガスを適切な温度とすることが可能になる。

【 0 0 9 2 】

また、本発明のうち請求項 6 に記載の発明によれば、目標温度と比較することで、燃料電池に適切な温度の供給ガスを供給することが可能になる。

【 0 0 9 3 】

また、本発明のうち請求項 7 に記載の発明によれば、暖機中の燃料電池が酸素不足となることを防止することができる。これと同時に、この水素極側の暖機を、燃料電池の膜を介して行うことができる。

【 0 0 9 4 】

また、本発明のうちの請求項 8 に記載の発明によれば、燃料電池に供給される空气中、酸素の含有量が少ない排出ガスの量を少なくし酸素の含有量が多い空気を多く供給できるので、燃料電池に十分な酸素を供給することができる。

【 0 0 9 5 】

また、本発明のうち請求項 9 に記載の発明によれば、燃料電池の始動後であっても、燃料電池に供給される供給ガスの温度が低下してしまった場合には、コンプレッサから排出されたガスに含まれる熱を、燃料電池を介してコンプレッサの吸引側に供給することができる。したがって、燃料電池を適切な温度範囲まで容易に加熱することができる。

【 0 0 9 6 】

また、本発明のうち請求項 1 0 に記載の発明によれば、加熱供給ガスをコンプレッサに循環供給するにあたり、熱自体が小さい循環サイクルを形成するので、燃料電池に対して断熱圧縮の熱を効率よく伝達することができる。さらに、燃料電池の暖気が早くなるとともに、ガス欠（酸素が足りない状態）を起こさないようにすることができる。

【 0 0 9 7 】

また、本発明のうち請求項 1 1 に記載の発明によれば、燃料電池の発電効率がよくなる温度帯まで燃料電池を加熱させてから、燃料電池による発電を開始する

ことができる。

【0098】

また、本発明のうち請求項12に記載の発明によれば、燃料電池の始動準備が完了したか否かを燃料電池から排出される加熱供給ガスの温度で判定している。このため、別途燃料電池の始動準備が完了したことを検知するための検知手段などを設けることなく、燃料電池の暖機を検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図2】 図1の燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図3】 図2のコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

【図4】 第1実施形態の燃料電池暖機装置の始動モードにおける制御フローである。

【図5】 第2実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図6】 第3実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図7】 第4実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図8】 第4実施形態の燃料電池暖機装置の始動モードにおける制御フローである。

【図9】 第5実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図10】 第6実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【符号の説明】

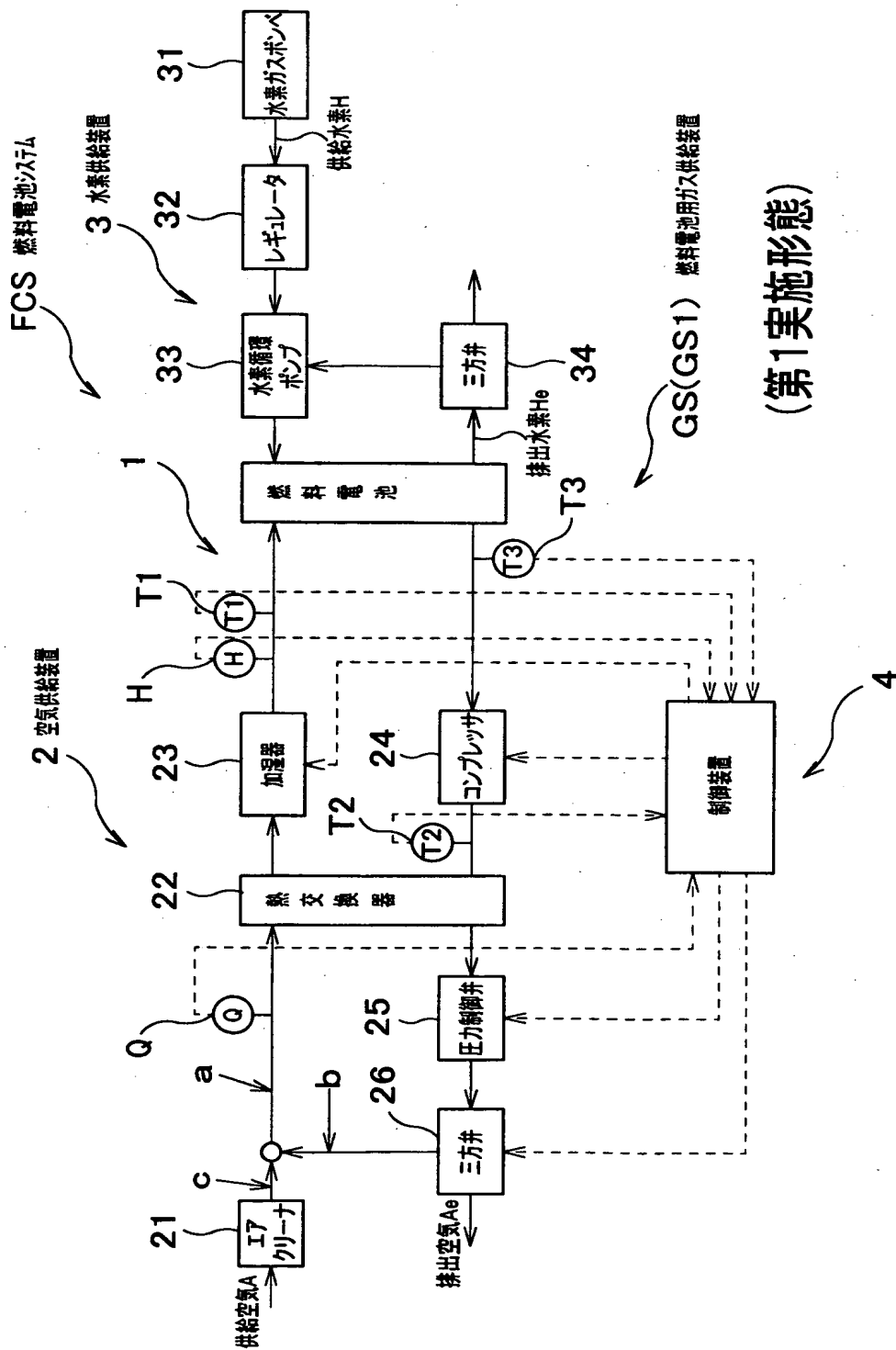
GS (GS1～GS6) … 燃料電池暖機装置

FCS … 燃料電池システム

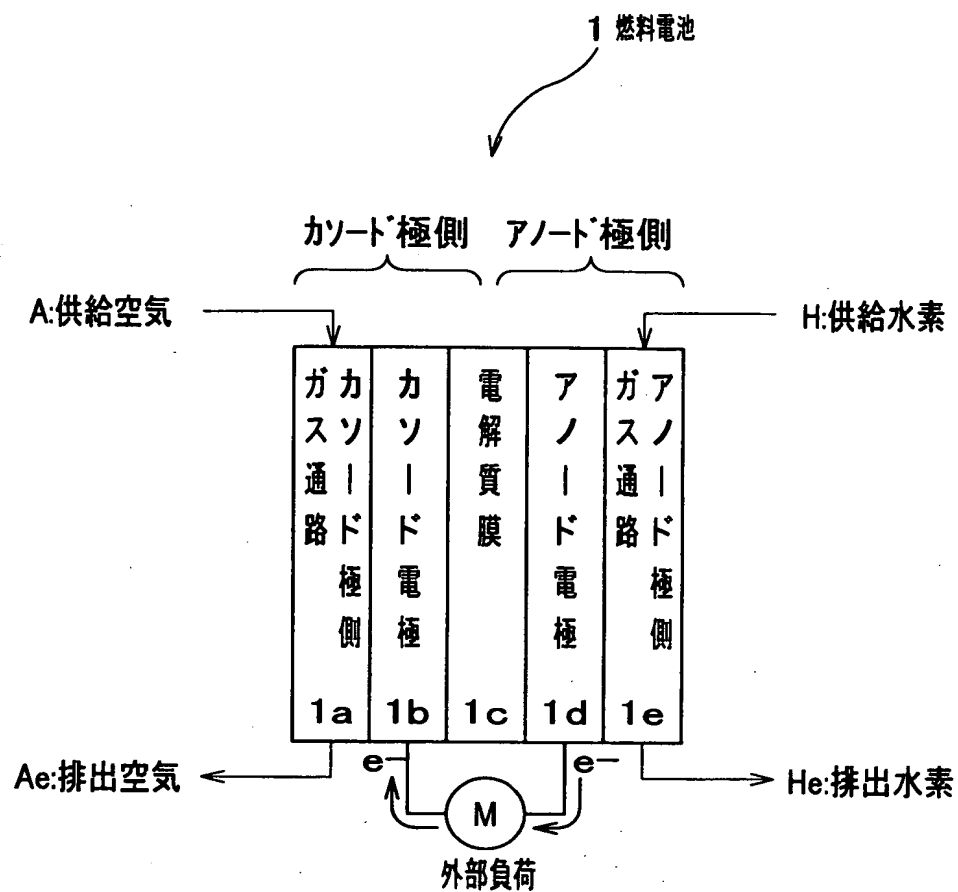
- A ... 供給空気（供給ガス）
- A e ... 排出空気（排出ガス）
- 1 ... 燃料電池
- 2 ... 空気供給装置
- 2 2 ... 熱交換器（熱交換手段）
- 2 4 ... コンプレッサ
- 2 5 ... 圧力制御弁（圧力制御手段）
- 2 6 ... 三方弁
- 3 ... 水素供給装置
- 4 ... 制御装置

【書類名】 図面

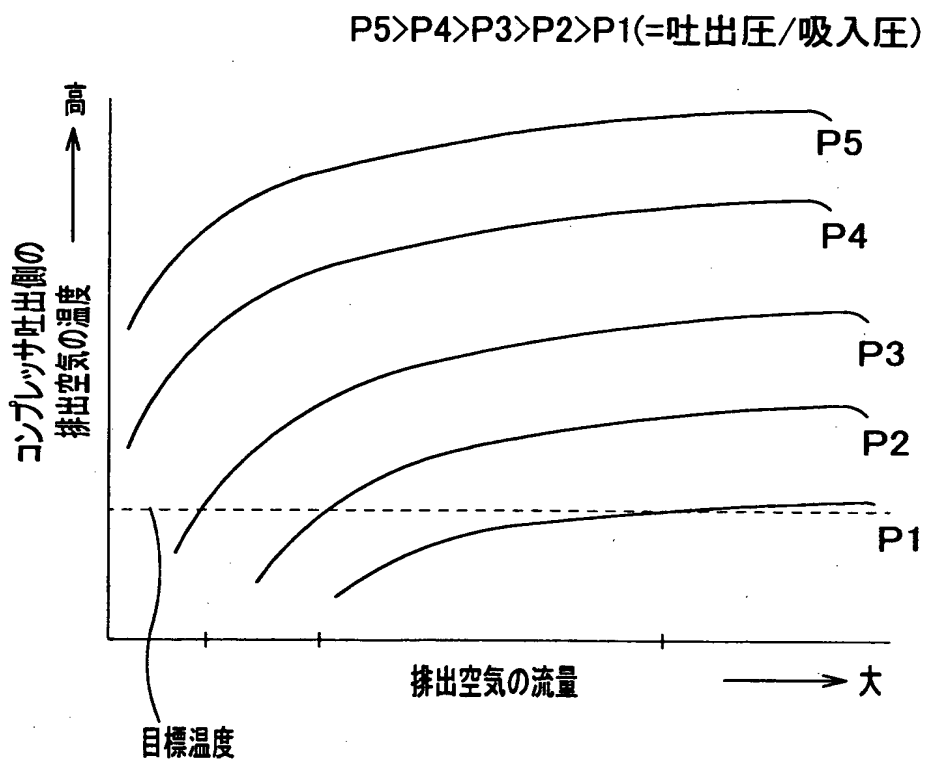
【図 1】



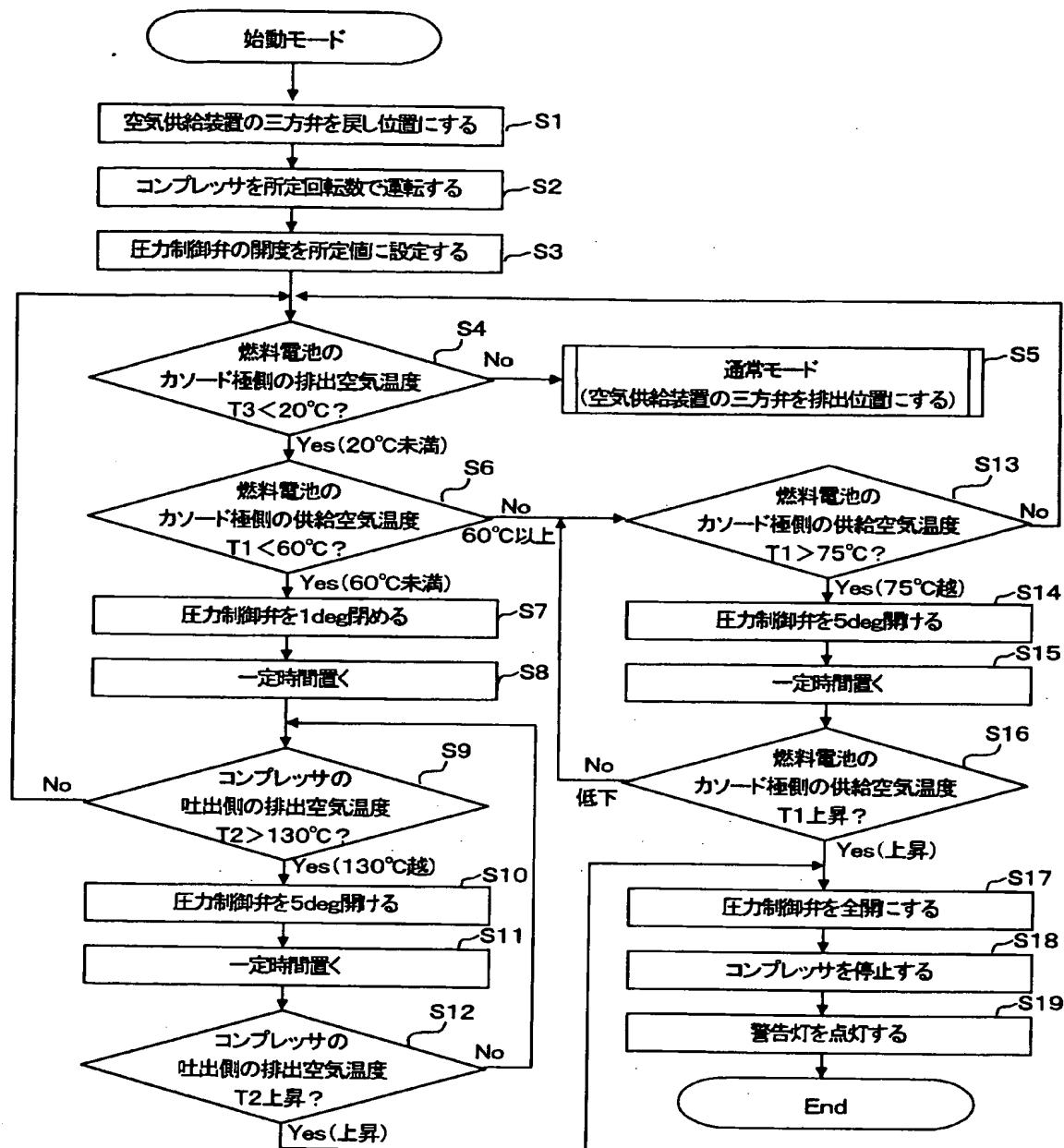
【図 2】



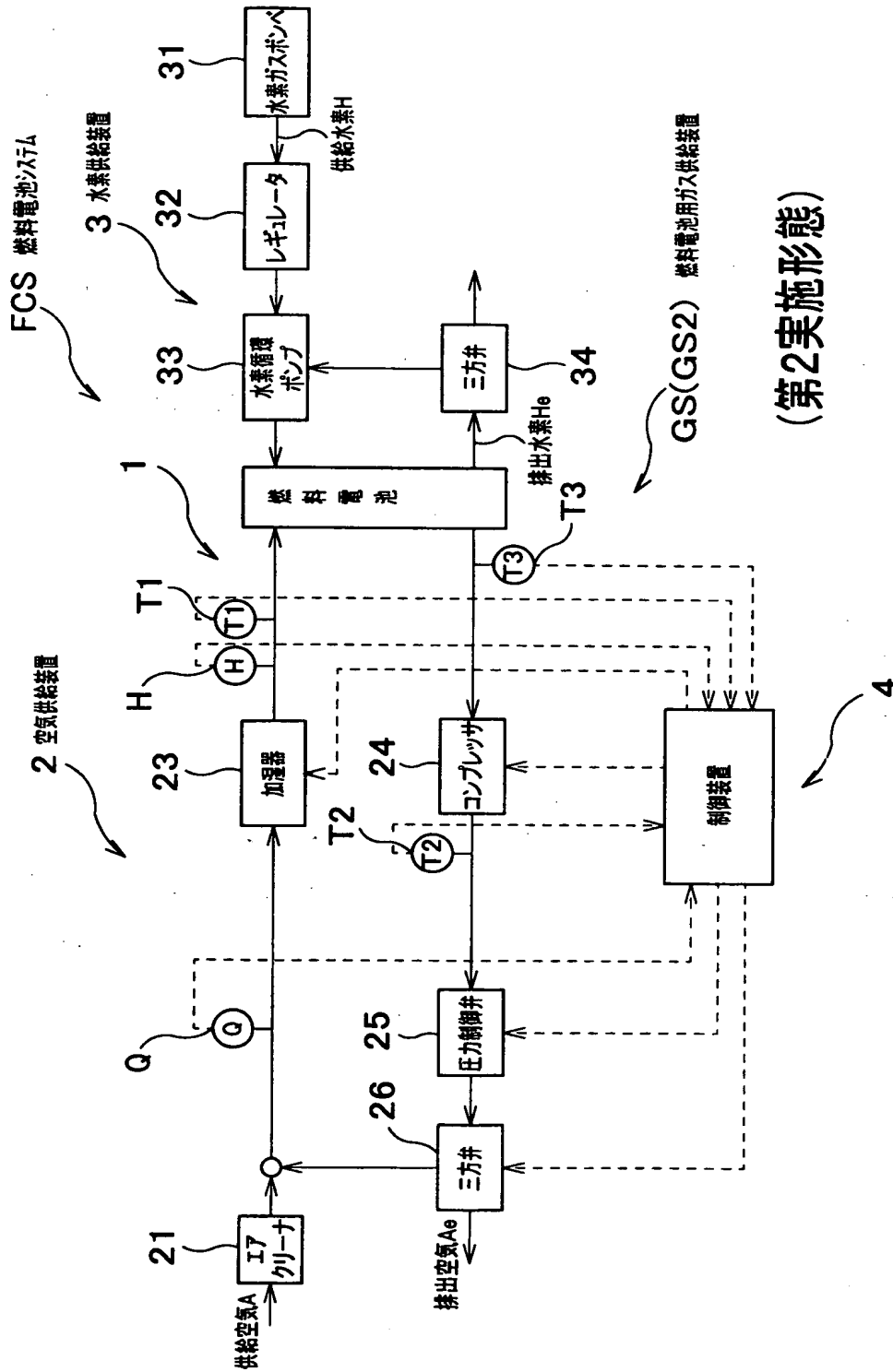
【図 3】



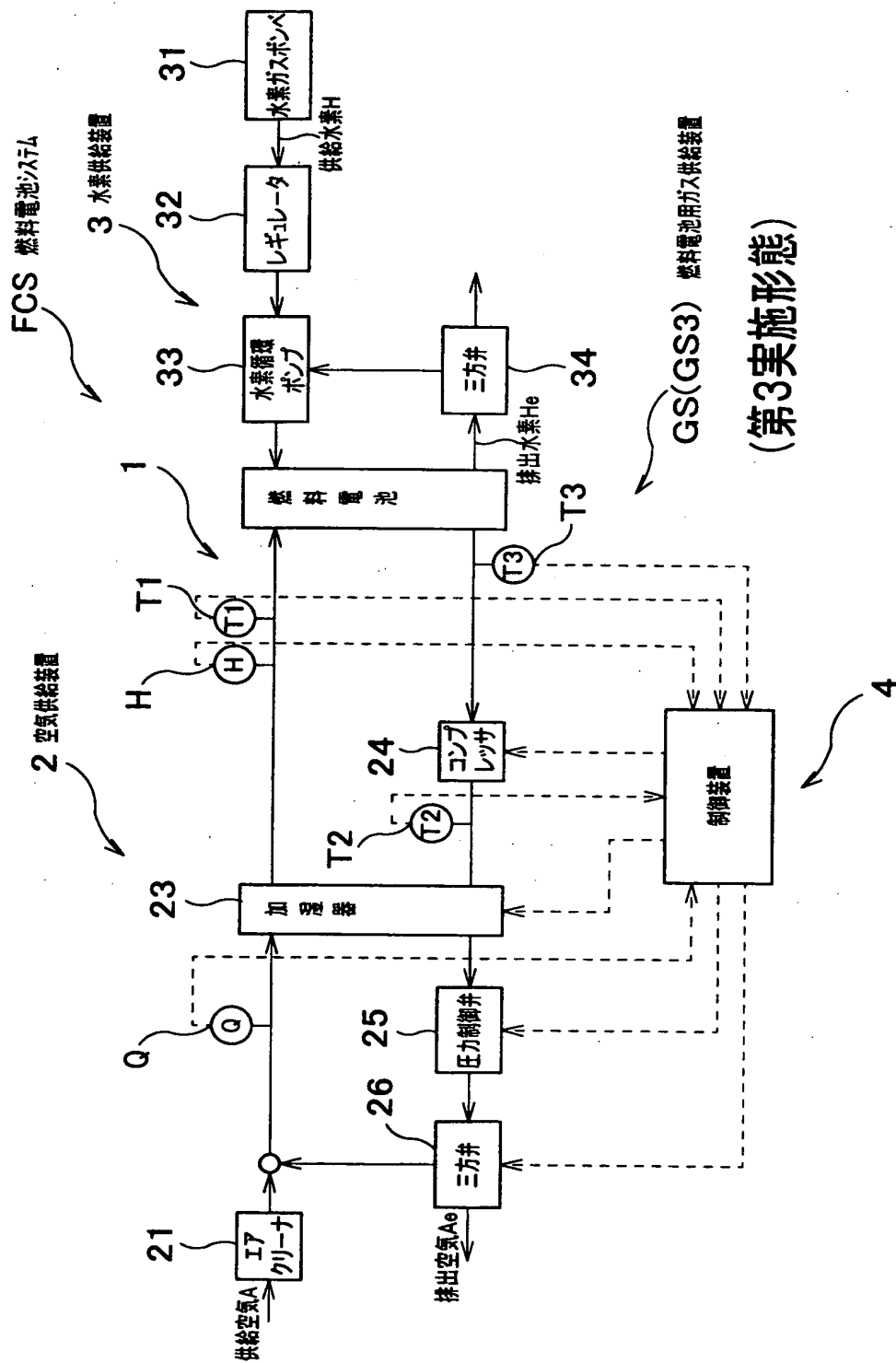
【図 4】



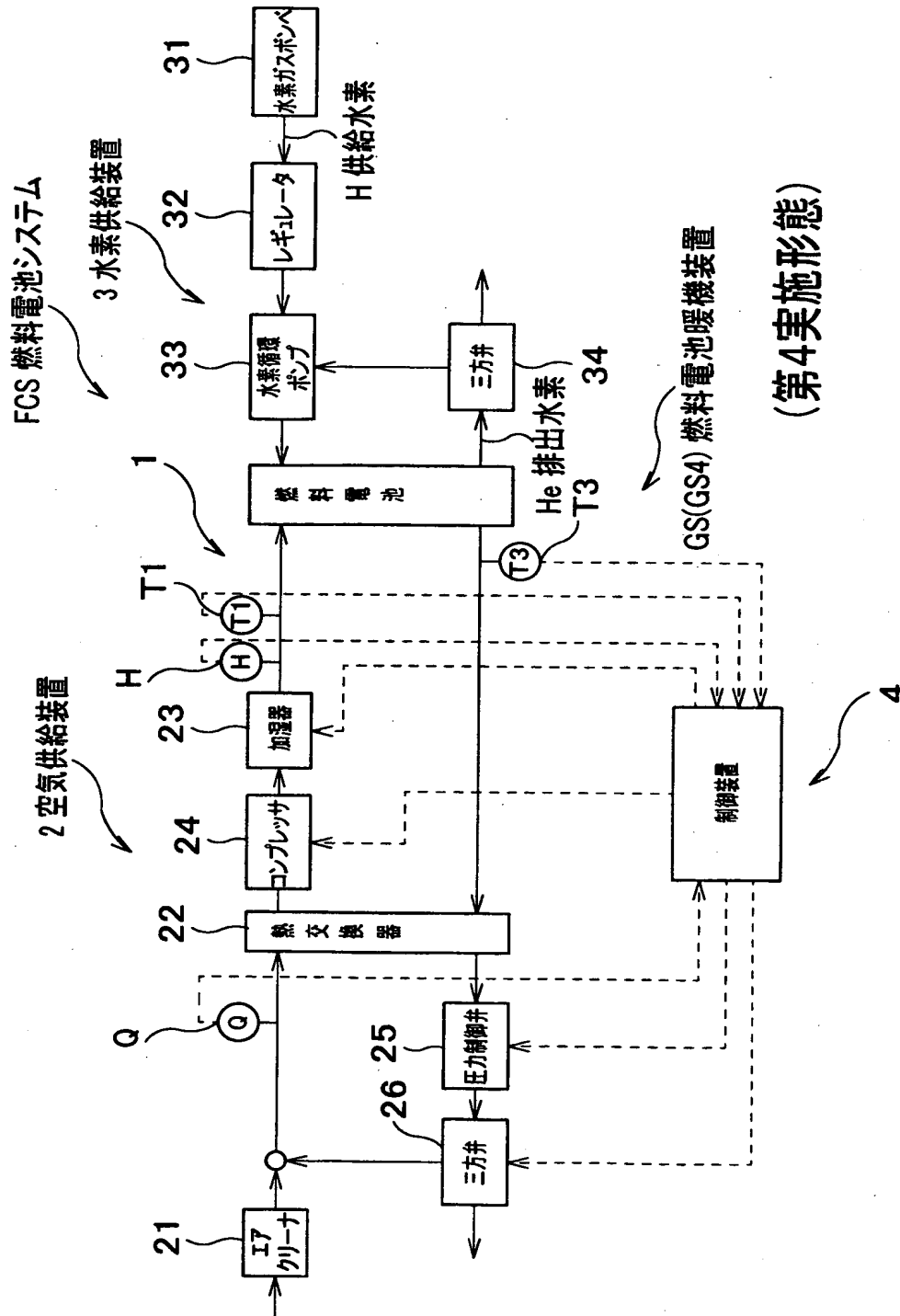
【図 5】



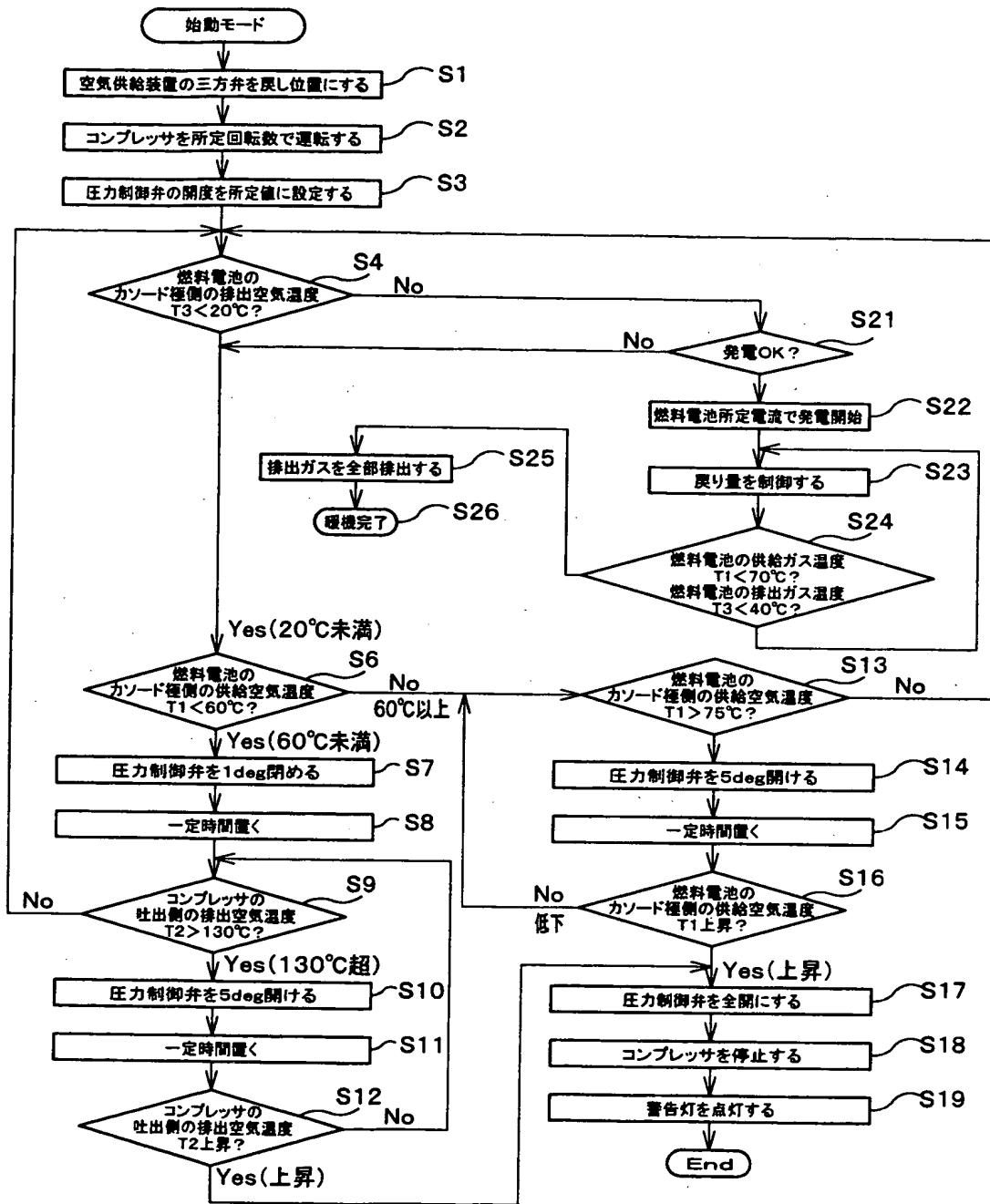
【図 6】



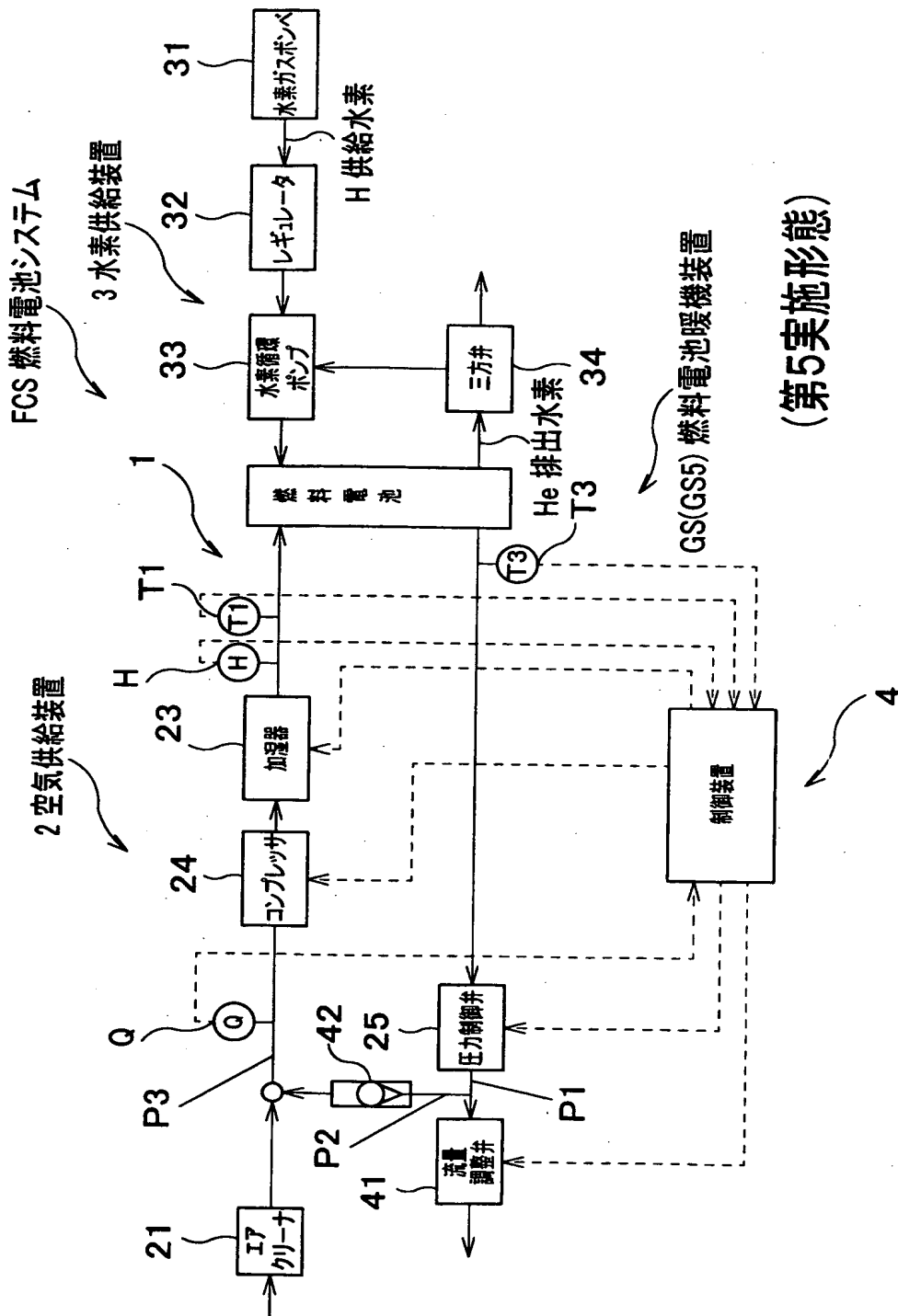
【図 7】



【図 8】

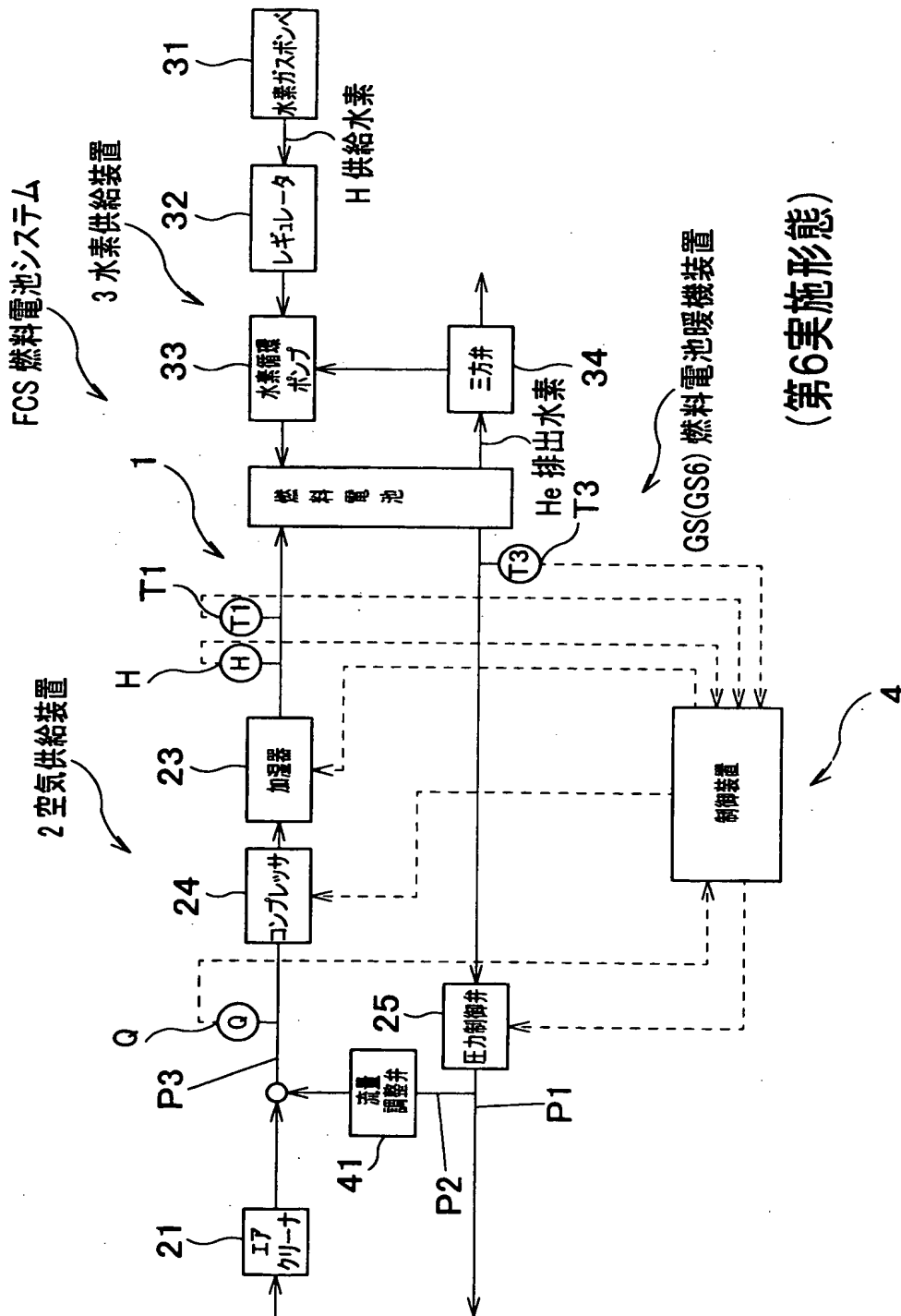


【図9】



(第5実施形態)

【図10】



【書類名】 要約書

【課題】 燃料電池の暖機を迅速に行うことができる燃料電池暖機装置を提供する。

【解決手段】 燃料電池 1 に供給する供給空気 A と該供給空気 A を前記燃料電池 1 で利用した後に排出空気 A e として排出する燃料電池用ガス供給装置 G S に、前記排出空気 A e を前記燃料電池 1 の状態に応じて前記供給空気 A に戻す三方弁を備えた。

【選択図】 図 1



特 2001-058785

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-058785
受付番号	50100300166
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 3月 7日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目1番1号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100064414
【住所又は居所】	東京都千代田区平河町2丁目7番4号 砂防会館 別館内 磯野国際特許商標事務所
【氏名又は名称】	磯野 道造

次頁無



特 2001-058785

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社